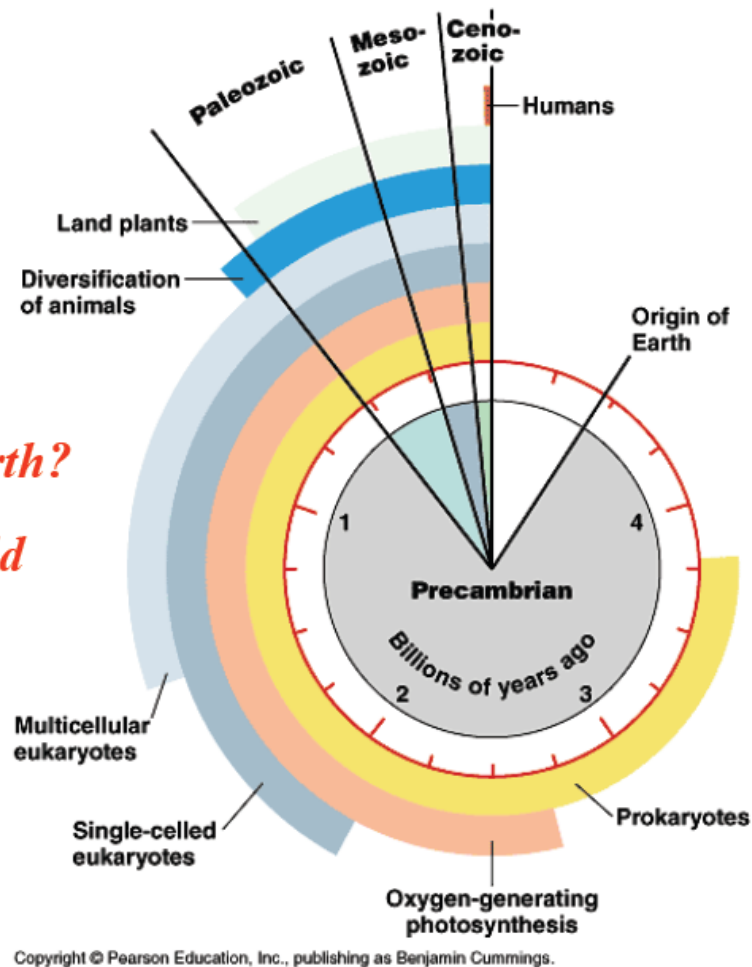


L'origine de la vie :

La Terre est âgée d'environ 13,5 milliard d'année. Il y a 4,5 milliard d'année, la vie est apparue sur terre, probablement en raison de l'apparition des conditions favorable à la vie. Il y a 3,5 milliard d'année : première trace des procaryotes.

How old is the Earth?

4.5 billion years old



Est-ce que la première bactérie est née ou il y a eu des étapes ? Période pré-biotique : avant la vie... celle-ci n'est pas apparue comme ça. Les Procaryotes, s'adaptant aux conditions ont subi, il y a 2,7 milliard d'année, des différenciations permettant une modification de l'atmosphère par la photosynthèse. Cet oxygène apporte un surplus d'énergie potentiel, cela donne l'occasion de pouvoir être plus ambitieux dans la construction de la vie : les eucaryotes qui vont être isolés vont donner les premiers organismes multicellulaires. Quand on s'interroge sur les origines de la vie : état de conservation des traces. On a vraiment peu de données pour réfléchir.

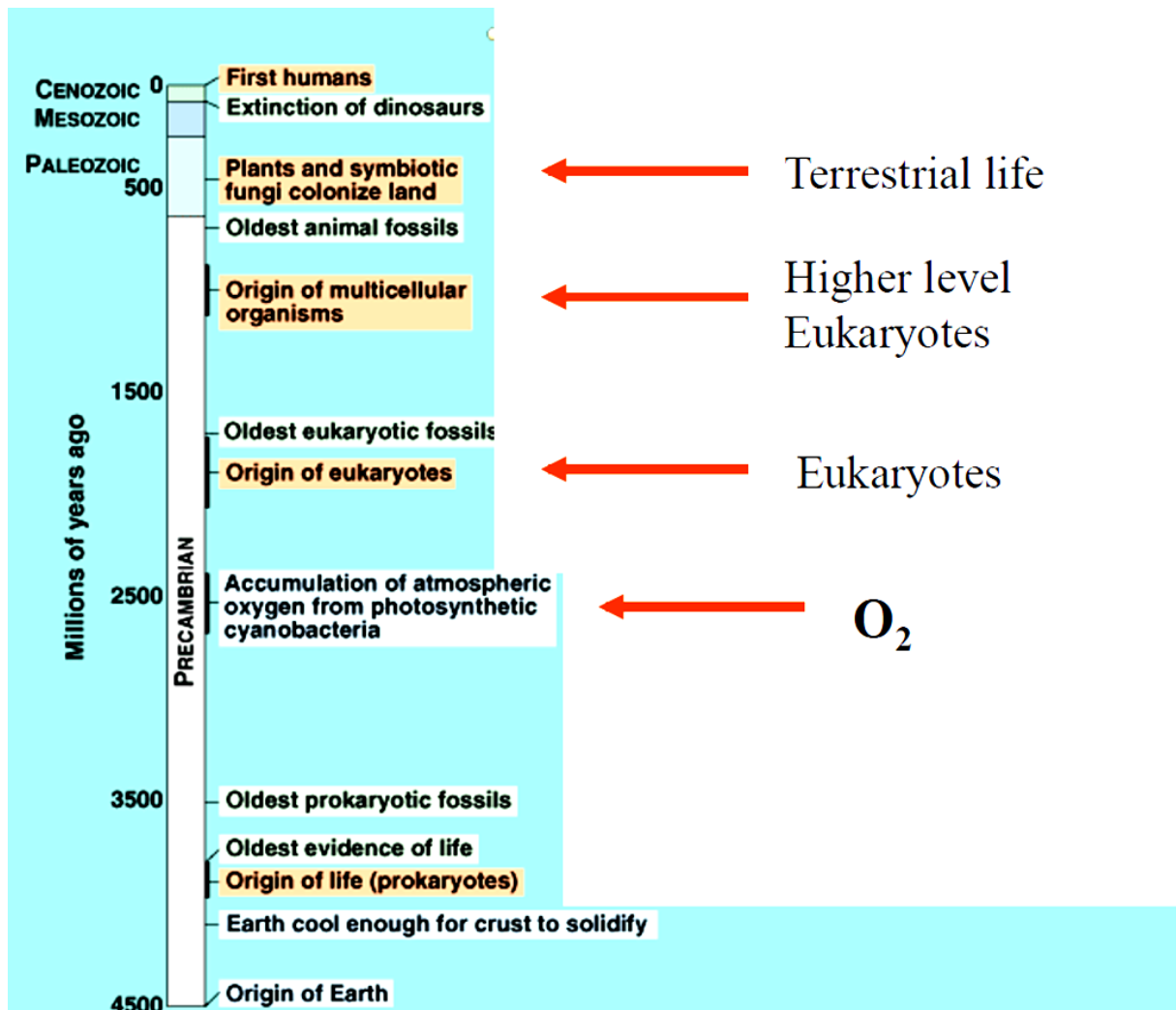
Sur les stromatolithes (*des pierres fossiles*), on a observé des fossiles de bactéries : première bactérie visualisable : détermination de l'âge en fonction de la quantité de carbone 14.

Les procaryotes sont apparus il y a 3,5 milliards d'année. Elles ont été indispensables à l'organisation de

A 3.5 billion year old fossil prokaryote



la vie, de la biosphère. La colonisation de la terre ferme est possible que depuis 500 millions d'années. Vivre en dehors de l'eau est une création surnaturelle d'origine diverse : toutes les thèses, toutes les hypothèses sont possibles et les débats sont encore ouverts.

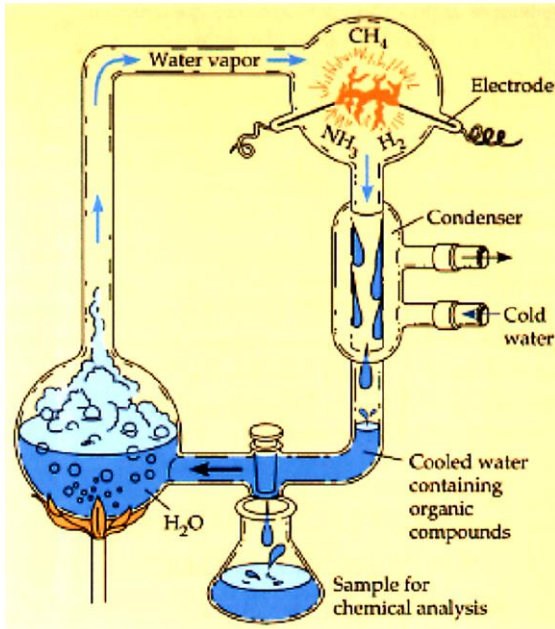


La vie est nécessairement liée à l'eau (*création d'une mère intérieure*). Plusieurs hypothèses :

- On peut parler de création d'origine divine : Il y a une entité supérieure. En fonction de la performance de la transmission, on peut considérer qu'une grande partie de la population croit en cette entité (*la foi : c'est croire en quelque chose que l'on ne peut pas démontrer, ne pas prouver*).
- Origine extraterrestre (la panspermie) : la vie a été apportée par un météorite. Mais cela déplace le problème de savoir qui a créé la vie de l'autre côté.
- Origine spontanée : concours de circonstance. La vie s'est formée à partir de matière inanimée : construction de molécules complexes à partir de molécules inorganiques simples : assemblage pour former des polymères et assemblage pour former des structures.

L'idée : tenter de modéliser et spéculer : quels sont les étapes qu'il eût fallu : quel étaient les conditions de la planète... comment on est partie d'un monde abiotique pour arriver à ce monde biotique : différente étape !

- Substrat de base : monomère ;
- Formation de la membrane ;
- Capacité de transmettre de génération en génération : reproduction : capacité de répliquer les différentes structures...



L'Atmosphère à cette époque : laisse passer beaucoup d'UV, beaucoup de chaleur. Une démonstration, en ces conditions a été réalisée. Tout est réuni pour qu'il y ait synthèse de molécules organique à partir de molécules inorganique : **expérience de Miller et Urée (1953)** : modélisation de l'atmosphère : ils sont pris de l'eau, toute une série de sels... ce système est fermé.

Ils ont mis de l'hydrogène, de l'ammoniac, le méthane, dans cette atmosphère chauffée ! Courant électrique représentant les éclairs... la magie des premières étapes de la vie reproduite en laboratoire. On a des acides aminés... en présence d'é, les molécules vont trouver le moyen de s'assembler en molécules qui ne sont pas plus

stable

Q la synthèse abiotique se fait de manière endergonique ?

R : vrai : apport d'é à la réaction chimique.

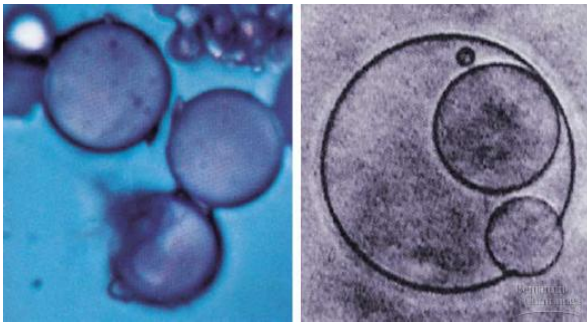
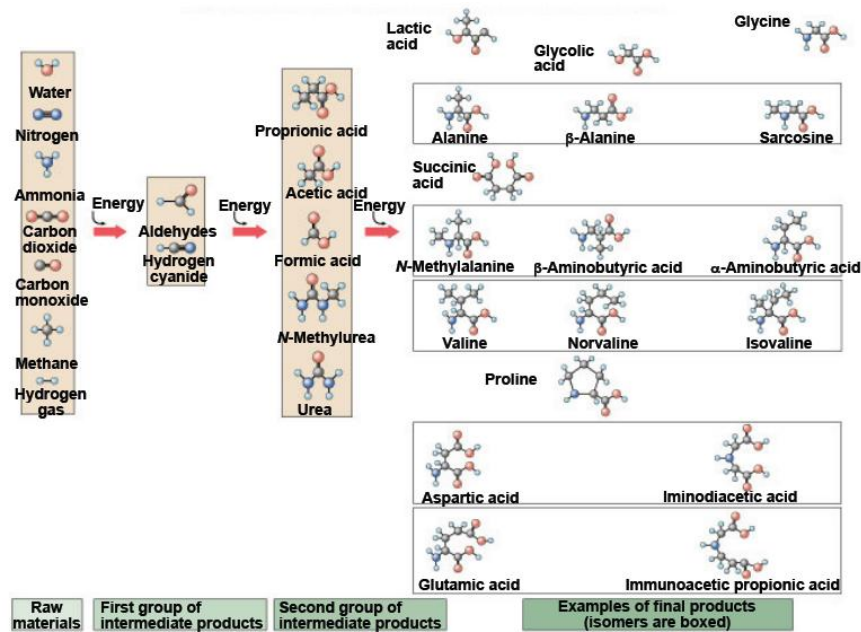
Formation de polymères à partir de monomères : alors que ces derniers se trouvent dans la soupe primitive : Les vagues laissent des petites flaques s'évaporant. Cela induit une concentration de polymères qui en contact avec certains composés du sable (*catalyseur chimique*), produit des réactions chimiques. T°C élevé, présence de molécules inorganique, etc... tout cela favorise la production de polymères et de réaction endergonique...

Formation des protéinoïdes. On prend une soupe de monomères, on la met sur de la terre réchauffée : concentration et formation de ces entités.

Les protéinoïdes sont des agrégats formés par des acides aminés, des acides nucléiques et des composés inorganiques. Ces agrégats sont obtenus par des expériences tentant de recréer les conditions de l'apparition de la vie sur Terre. Leur structure est semblable à celle d'une protéine, mais elles n'assurent aucune fonction de catalyse. Les premières formes de vie étant vraisemblablement hétérotrophes, on suppose qu'elles se nourrissaient de protéinoïdes.

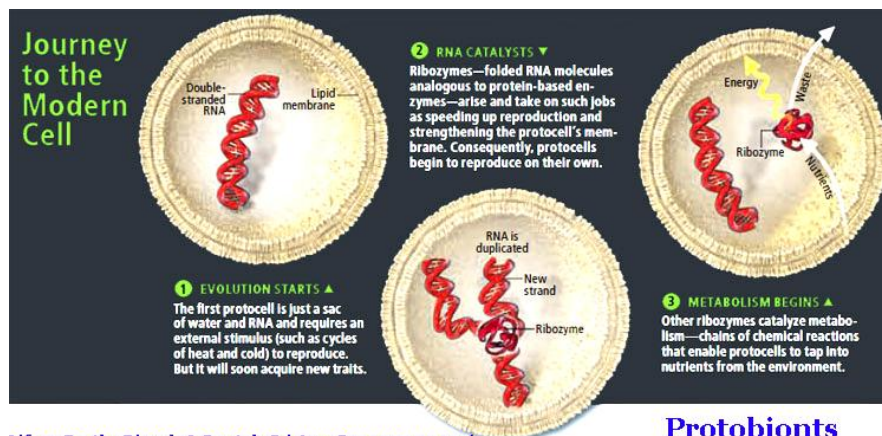
Q : La lune va jouer un rôle important dans l'apparition de la vie sur la planète terre ?

R : les marées permettent la formation de flaque permettant ce phénomène



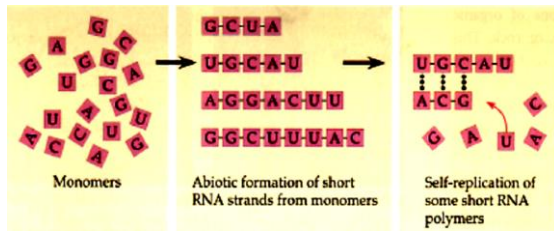
Les polymères peuvent former des petites vésicules, des gouttelettes : des protobionts : on a des microsphères, des petites ϕ capables de réactivité. Ces microsphères jouant sur l'hydrophilicité... Ce modèle hypothétique est pas mal supporté, il est démontrable, on ne peut pas l'exclure.

Le gros problème reste l'hérédité. On se demande comment les caractéristiques des protobionts persistent. Ces phénomènes ont surement pris des 100N de millions d'année. Le problème dans le modèle hypothétique des origines de la vie, il est malmené par les conceptions dogmatiques de fonctionnement de la vie. Transmission génétique se fait par l'ADN. Cela donne de l'ARN : molécules transitoire, etc... Les protéines ont l'activité catalytique et l'ARN a la capacité de stocker l'information... Les hypothèses des origines de l'hérédité ont changé avec la découverte des **transcriptases reverse**. Dans les années 80, on a observé que certains ARN avaient une activité catalytique. : Cette molécule peut s'auto-reproduire par un mécanisme intermédiaire.



Life on Earth - Ricardo & Szostak, Sci.Am., Sep 2009, pg 54- 61.

Protobionts

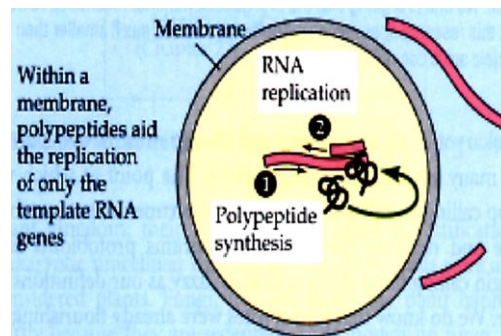
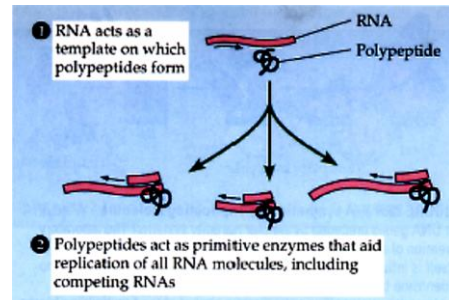


L'ADN est venu bien plus tard que l'ARN. Si on ajoute de l'ARN : réplication : molécules d'ARN vont s'associer. Si on met du zinc (*cofacteur de l'ADN et ARN poly*) cela catalyse la réaction. Les enzymes ont gardé le zinc comme cofacteur. En 1980, on a montré que l'ARN a une activité catalytique. On

prend des monomères, on y met un peu de zinc : autoréplication. On sait aujourd'hui qu'en plus de favoriser son autoréplication, il aurait pu favoriser l'assemblage des aa dans un ordre spécifique. *Séquence de nucléotide : permet la synthèse d'une protéine.*

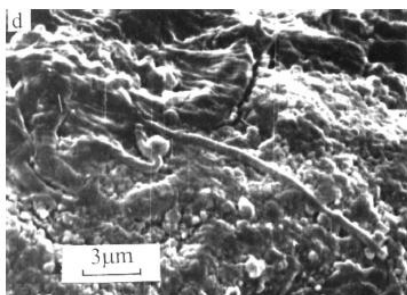
Les acides nucléiques de l'ADN sont à la base de l'hérédité. On peut changer d'information en changeant de séquence.

L'ARN qui sert la synthèse d'un polypeptide et celui-ci sert à la synthèse d'une molécule d'ADN



La panspermie :

C'est La théorie qui est plus simple. La planète a étéensemencée par des procaryotes extraterrestres. À une époque la planète a été bombardée par des astéroïdes contenant des fossiles de bactéries. Il ya 10^{20} étoiles dans l'univers... il est probable qu'il y ait une source de vie extraterrestre capable de voyager dans l'espace.



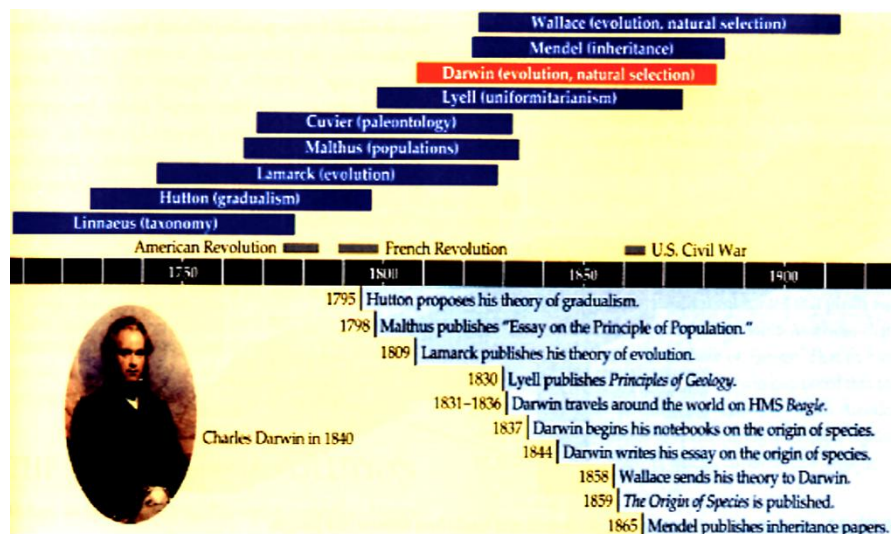
Murchison meteorite:
trichomic bacteriomorphic structure similar to cyanobacteria *Phormidium* (January 27,2000)

En 2000 : on a vu des espèces de protéine extrêmement particulière : genre bacille et qui a relancé le débat de l'origine extraterrestre de la vie. Cette vie quelque soit son origine, elle a fortement évolué. On a subit une évolution. Cette évolution na pas été évidente a intégrer.

L'évolution :

Darwin : scientifique de famille ecclésiastique qui s'intéressait à la nature (*ce sont les passionnés qui ont fait les grandes découvertes. La passion de la vie. La capacité de s'émerveiller... la force de la vie...*). On peut établir des liens entre les ≠ espèces qui se sont succédées sur la planète... l'évolution est source de diversité : ≠ biotope et ≠ fenêtre d'opportunité de vie...

A l'époque le pouvoir dominant était l'église. Darwin est allé à l'encontre de tous les dogmes. Il a mis 20 ans pour donner au grand public le résultat de ses recherches. Léonard de Vinci était persuadé d'un lien entre le singe et l'homme. Un suédois : Carl Von Linné a classé tout les espèces de la création : il a créé la taxonomie.



Toujours dans la phase pré-darwiniste : Georges Cuvier : père de la paléontologie : il a observé des formes de vie, des traces sur les rochers donnant l'idée que des espèces qui avaient existé, avaient disparu. Idée d'un Lien temporelle, chronologique... Plus on s'enfonce dans la profondeur de la terre, et plus les organismes avait des caractéristiques ≠ de ceux de la surface et plus on remonte, plus ils ressemblent au animaux de la surface.

Pour expliquer cela sans compromettre le pouvoir divin : le catastrophisme : lié à la proposition que dieu balaie tout ce qui vie sur terre et recommence du nouveau...

Au niveau de la disparition de certains organismes vivants : catastrophisme réel avec la disparition des dinosaures par collision de la terre par une météorite : modification planétaire, météorologique entraînant la disparition de ceux-ci... Les animaux se succède et change de manière graduelle : c'est la théorie de James Hutton : le gradualisme.

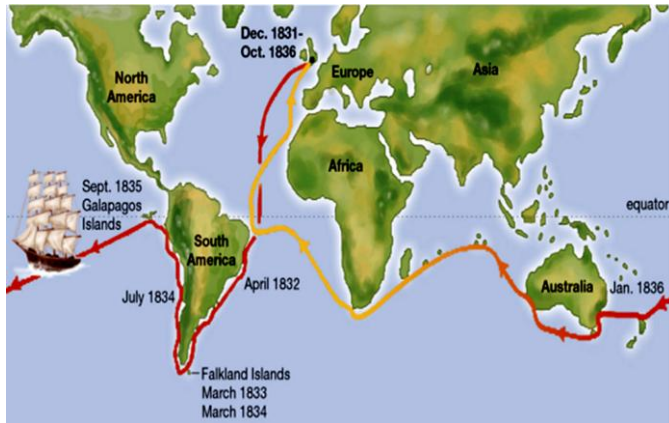
(a) Strata of sedimentary rock with fossils embedded



(b) Fossilized sea urchin, at least 65 million years old

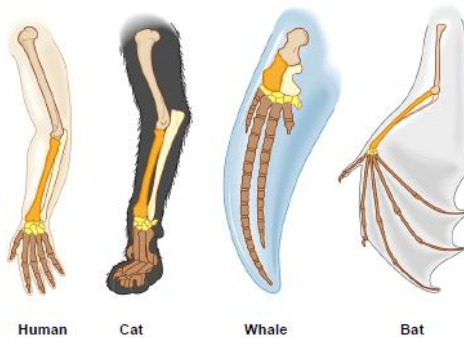


Jean baptiste Lamarck a proposé la théorie de la transmission des caractères acquis de génération en génération *Par ex. a force d'étirer le cou pour manger de plus en plus haut la girafe a allongé son cou... ils ont fait l'expérience en coupant des queues de souris en espérant voire naitre des générations sans queue... mais le programme génétique permettant la formation de la queue ne se trouve pas dans la queue...*



Cartographie des côtes de l'Amérique du sud par le beagle : DARWIN est parti en 1831 de Londres, il a longé toute la côte de l'Amérique du sud, il est revenu par l'Australie, par le cap de bon espérance. Il a remarqué que quelque soit sa localisation, il y a des similitudes entre des espèces en fonction de l'environnement. Il en conclue que chaque espèce provient d'une espèce commune... nous sommes tous une descendance

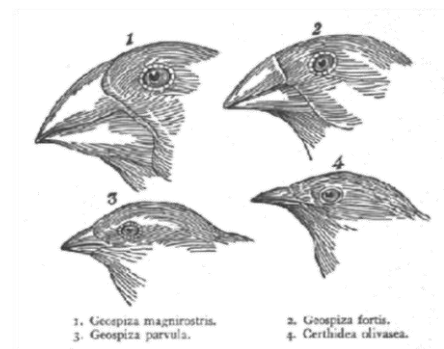
modifié d'un organisme commun...

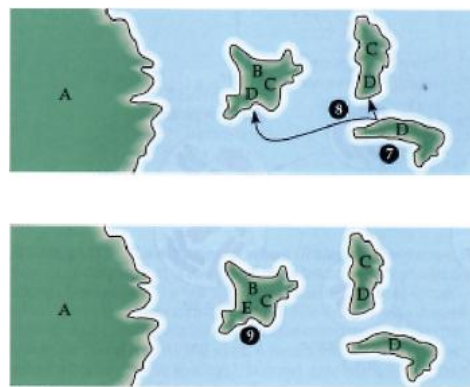
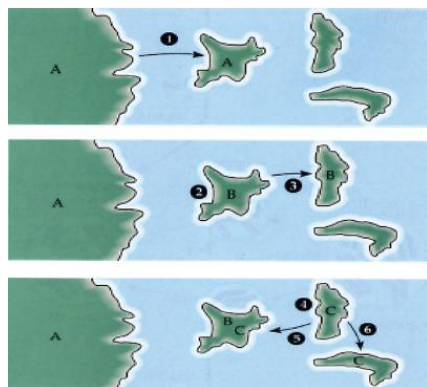
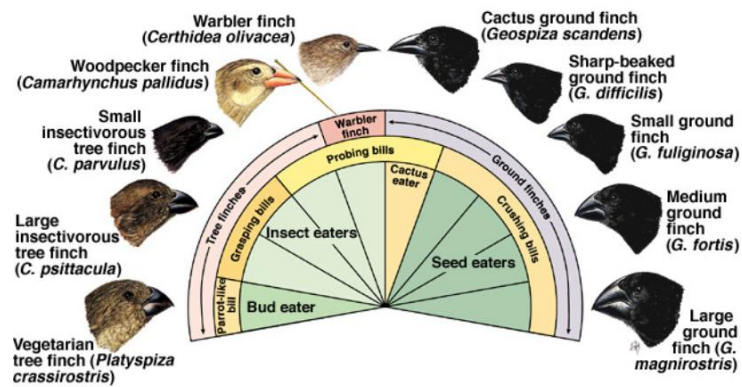
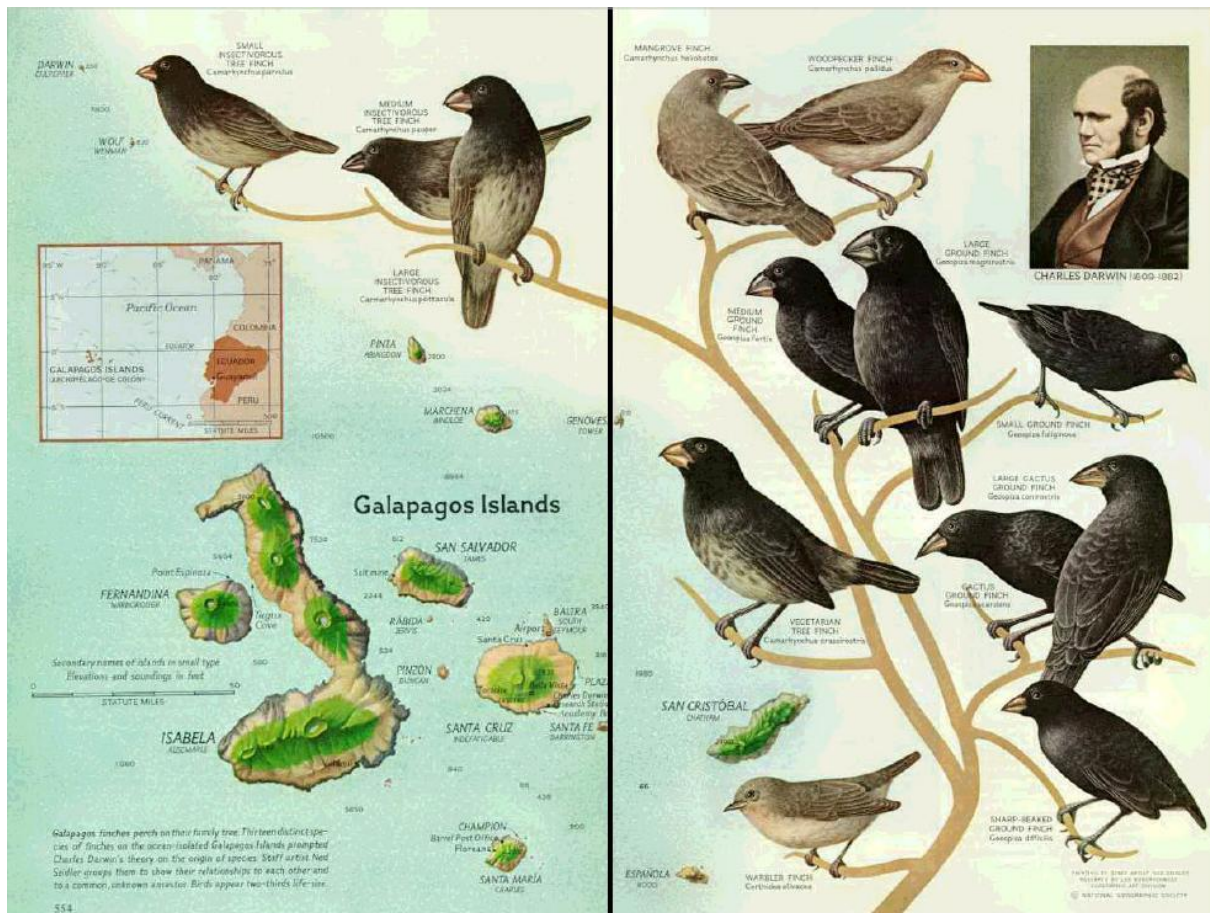


La structure des organismes vivant : espèce de marque de fabrique : par exemple : les os des membres supérieur ou antérieur des espèces sont les même. C'est le même plan de base mais avec des adaptations à l'environnement...

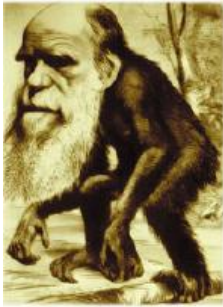
Histoire des pinsons des Galápagos : différents types de pinson avec un bec différents avec chaque bec adapté à un type de nourriture : les îles sont suffisamment éloignées pour ne pas avoir du navétage fréquent. Sur l'île A : accumulation par reproduction donc voyage sur l'île B ayant une nourriture ≠ : sélection naturel des gros becs par rapport au petit bec. A un moment donné, il ne se reproduise plus entre eux.

- La surpopulation entraîne une délocalisation sur l'île A et sur l'île C. sur l'île A, la cohabitation est possible car mode alimentaire ≠.
- Sur l'île C : même adaptation à un nouveau type de nourriture : Emergence pour une amélioration de la capacité de se nourrir.



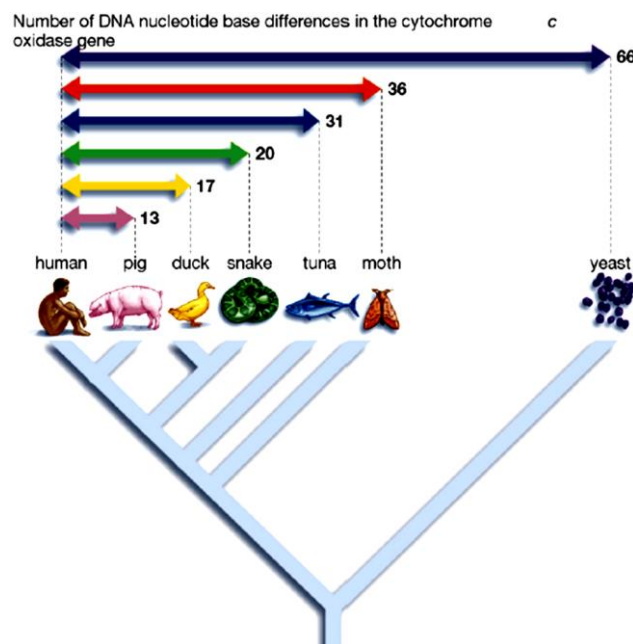
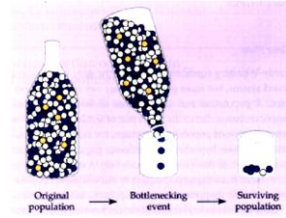


Tous les organismes vivants se sont formés par évolution et adaptation... Darwin a gardé ses idées secrètes jusqu'à ce qu'un certain WALLAS fit part de ses observations à tous. Darwin décida de tout révéler enfin. **De l'origine des espèces** : révolution entraînant des moqueries, des menaces de mort... on le dessine en singe... on l'attaque en justice... *Quel est la magie qui a fait que l'homme s'est complètement distingué des autres espèces : bouteille pleine de bille rouge, noir ou orange... : effet goulot : blocage et disparition de certaine couleur qui n'auront pas pu passer le goulot...*



An early disparaging view of evolutionary theory and its creator.

Parmi les observations de Darwin : sélection naturelle : les parents saufs l'humain : plus ils sont vulnérable et plus ils produisent un grand nombre de progéniture.

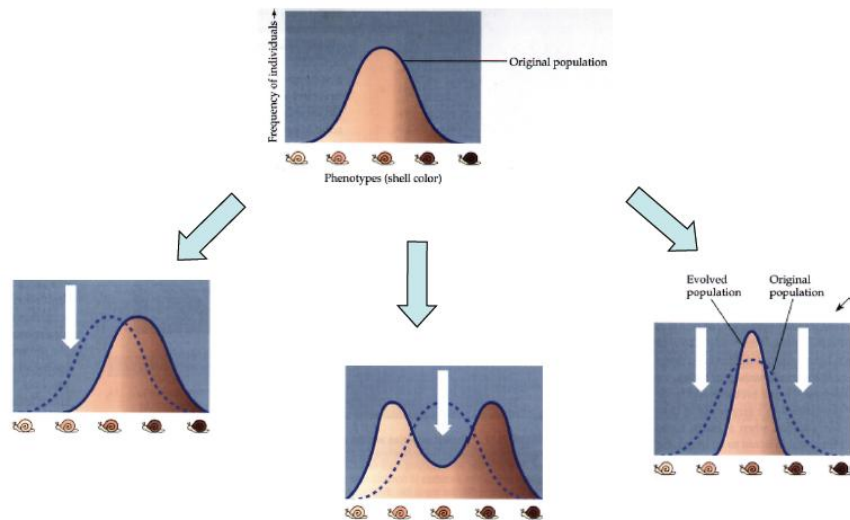


Cela permet d'expliquer certains comportements : en médecine évolutionniste, on peut expliquer certains phénomènes et pathologie actuelle. *Par ex : le bébé doit dormir avec sa mère jusqu'à la marche, le bébé doit naître et être en contact avec sa mère : toute une série d'angoisse, de dépression peuvent être lié à cela... tout a fait collant avec la réalité.*

Aujourd'hui, on a changé les critères de sélection pour choisir nos partenaires : le choix est d'abord dicté par toute une série d'information biologique. Pour être sexy, on doit être une asperge, cela ne correspond pas du tout : l'homme est programmé pour être attiré par les partenaires pulpeuse : signe de féminité : hanche large. La probabilité de pouvoir donner une grossesse à terme et de manière eutocique pour une femme rachitique est faible... si l'enfant était coincé : la mère et l'enfant mourrait : les individus qui adorait ces morphotypes : cul de sac évolutif.

Les femmes ont tendance à accumuler dans les zones stratégique pour avoir une gestation parfaite.

Mechanisms of Evolution



Problème par rapport à l'héritage évolutif si modification rapide de l'environnement (*lapin blanc et lynx, les phalènes du bouleau etc...*) Autre exemple de la sélection naturelle : mimétisme.

Écologie

Études des interactions entre les organismes et le milieu extérieur dans les conditions naturelles

Comment et pourquoi les organismes se distribuent dans le milieu : facteur déterminant le développement et la taille d'une population. 2 hommes peuvent ne pas appartenir à la même population

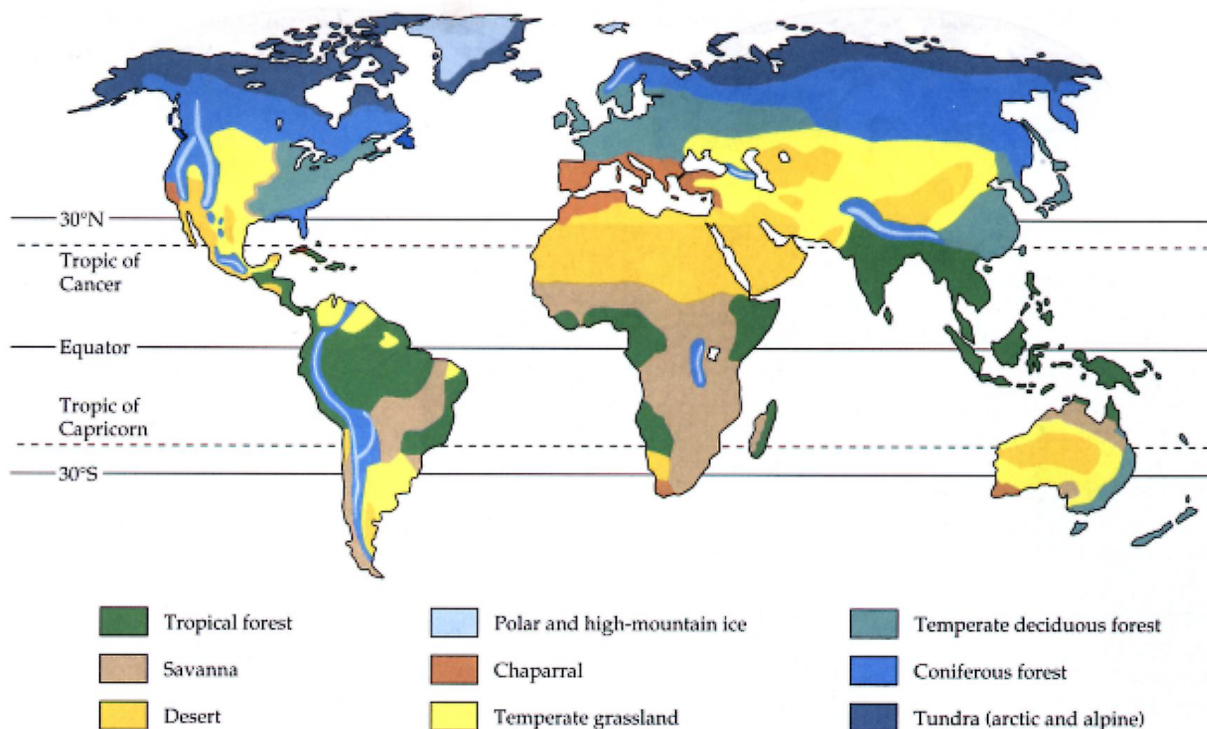
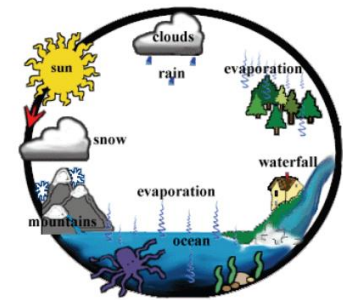
Q : 2 individus qui ont les mêmes parents peuvent appartenir à 2 pop ≠

R : vrai...

Quelques définitions :

- **Le milieu** : est constitué des facteurs biotiques et abiotiques.
- **Une population** : même espèce au même endroit.
- **Communauté** : toutes les populations d'espèce différentes vivant au même endroit (*on peut appartenir à la même communauté sans appartenir à la même espèce ... mais si on est de la même espèce, on devient donc une population*)
- **L'écosystème** : ensemble de communauté vivant a un endroit et des facteurs abiotique régnant dans cet endroit. Ces écosystèmes sont surtout influencés par le climat. Ce qui détermine les caractéristiques abiotique : climat et nature du sol.
- **Biome** : écosystème soumis à un climat particulier

AQUATIC BIOMES

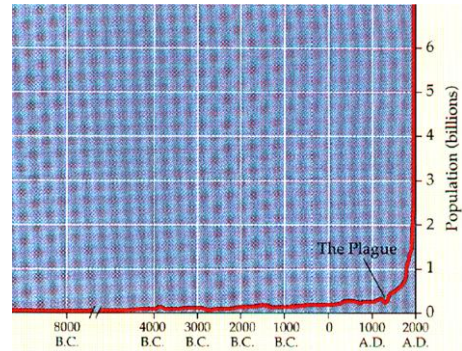


Les facteurs abiotiques influençant la distribution des organismes sont :

- Eau ;
- Vent ;
- Lumière ;
- Température ;
- Nature des roches et des sols ;
- Catastrophes.

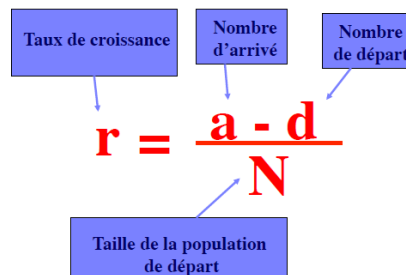
8000 ans avant JC jusqu'à 1500 : épidémie de peste. La quantité d'individu est extrêmement stable. L'homme ne s'est pas approprié son environnement : puis exploitation énorme : phase exponentielle de la pop humaine. On est plus de 6 milliards

Mesure et Explique les Variations de Taille et la Composition des Populations



- individus : De la même espèce Occupent le même territoire Consomment les mêmes aliments Influencés par les mêmes facteurs
- La densité d'une population : c'est le nombre d'individu par surface occupé (*mètre cube pour l'eau et l'air, mètre carré pour la terre*) ;

Diatomées	5 000 000/m³
Arbres	50 000/km²
Souris	600/km²
Humain (Pays-Bas)	346/km²
(Canada)	2/km²
- Taux de croissance : nombre d'arrivé – nbre de départ sur le nombre total du moment.



- Accroissement d'une pop : calcul du nombre d'individu qui vient s'ajouter. Si on a un taux de croissance de 2% : on a un accroissement de 200 puis après on choisi la période de renouvellement : formule exponentielle.

$$N = 1000 \quad a = 30 \quad d = 10$$

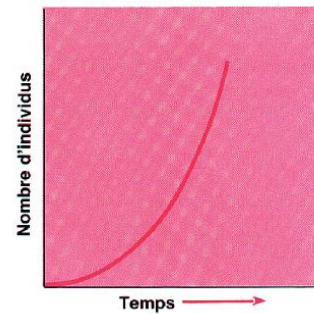
$$r = \frac{30 - 10}{1000} = 0.02 = 2\%$$

Si r est + : la population croît
 Si r est - : la population décroît
 Si r est 0 : la population est stable

I = accroissement de la population

$$I = rN$$

Unité de temps	N	I	Unité de temps	N	I
0	10 000,00	200,00	7	11 486,86	229,74
1	10 200,00	204,00	8	11 716,60	234,33
2	10 404,00	208,08	9	11 950,93	239,02
3	10 612,08	212,24	10	12 189,95	243,80
4	10 824,32	216,49	11	12 433,75	248,68
5	11 040,81	220,82	12	12 682,43	253,65
6	11 261,63	225,23			

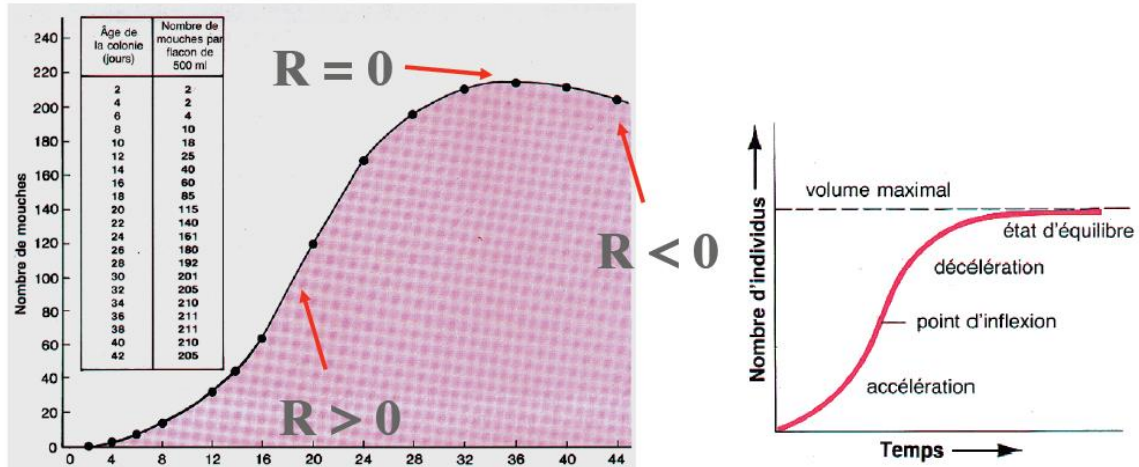


- Potentiel biotique d'une pop : taux d'accroissement max dans un milieu parfait : pas de limitation d'espace, de limitation de ressource, pas de parasite... on voit ce potentiel biotique max : c'est la capacité max de croissance. Plus les mammifères sont grand et gros, plus il est bas...

Genre d'organismes	Potentiel biotique approximatif r_{\max} (par an)
Grands mammifères	0,02-0,5
Oiseaux	0,05-1,5
Petits mammifères	0,3-8
Gros invertébrés	10-30
Insectes	4-50
Petits invertébrés (incluant les gros protozoaires)	30-800
Protozoaires et algues unicellulaires	600-2 000
Bactéries	3 000-20 000

Le potentiel biotique qui est le taux de croissance max dans les conditions max : cela dépend du nombre de descendant lors de chaque accouplement, les chances de survie et le potentiel de reproduction de chaque individu.

- La résistance du milieu : combien un milieu peu accepter d'individu d'un pop donné. Il s'oppose au potentiel biotique. Le taux d'accroissement \searrow . Généralement, l'idée est d'arriver à un équilibre tant que les ressources sont présentes. L'équilibre d'une pop est souvent lié à un taux d'accroissement qui est limité à la résistance du milieu.



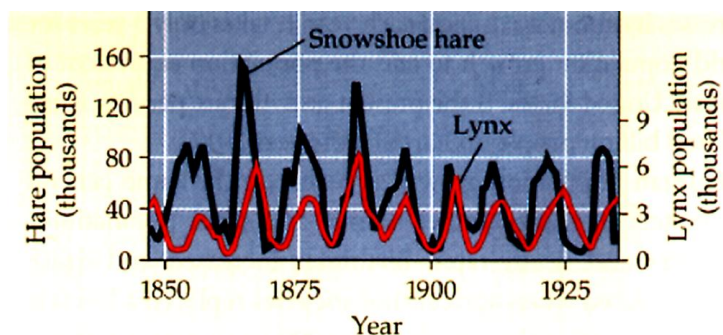
La résistance du milieu : Le milieu oppose une résistance au potentiel biotique de la population.

$$\text{Résistance du milieu} = \frac{K - N}{K}$$

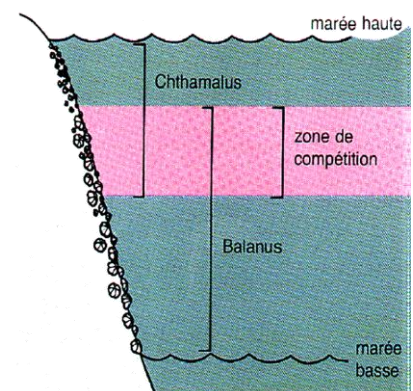
$$I = r \frac{K - N}{K} N$$

Facteurs densité-indépendants
Climat et température
Catastrophes naturelles
Exigences de croissance
Facteurs densité-dépendants
Compétition
Emigration
Prédation
Parasitisme

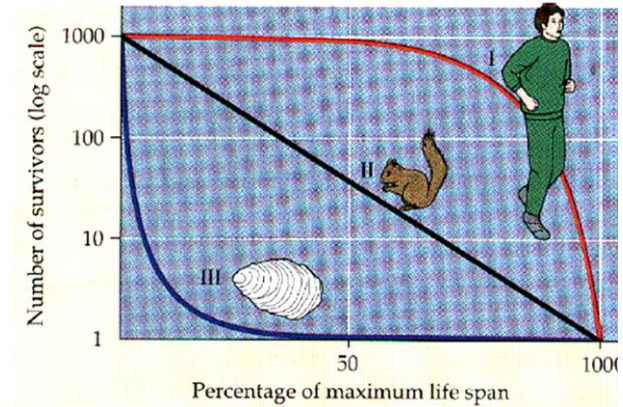
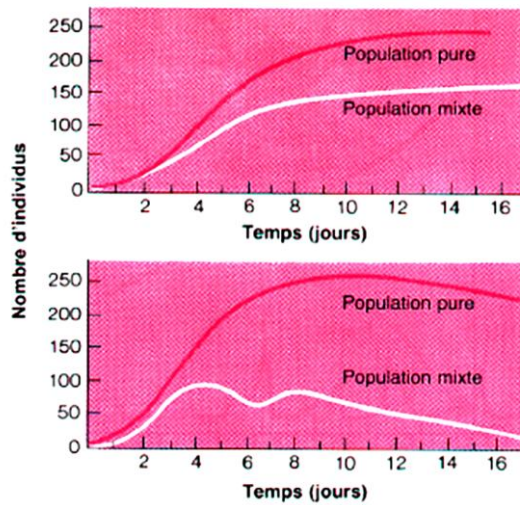
La disponibilité de l'alimentation et résistance du milieu : Ex de sélection naturelle : lapin blanc et lynx : 2 courbes superposables avec inter-influences. Il y a interdépendance.



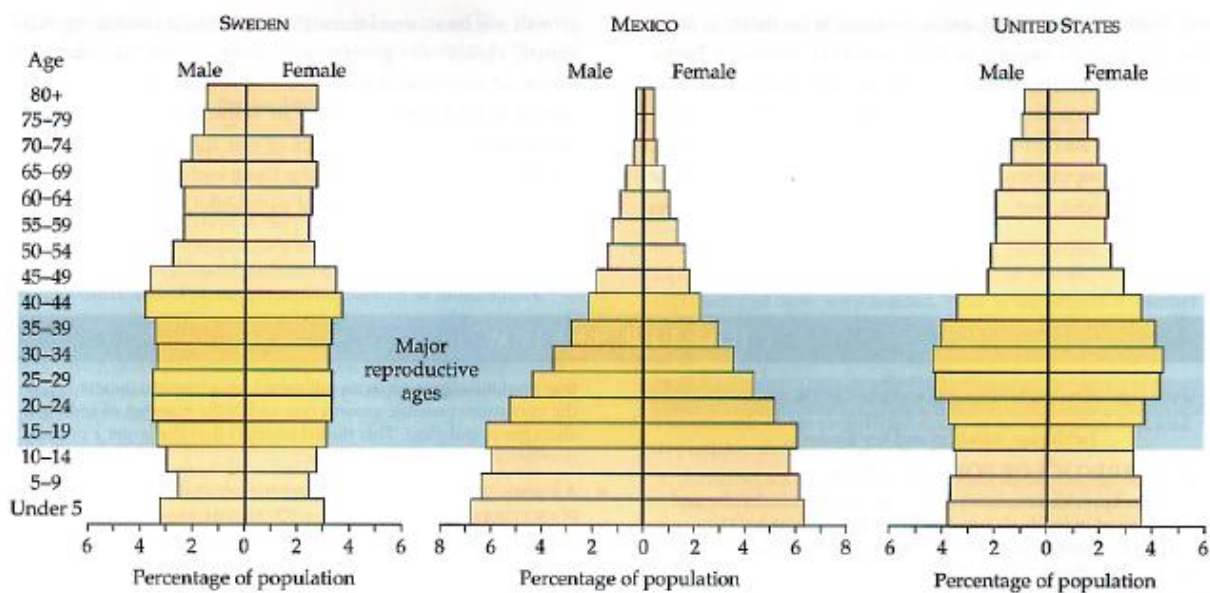
On peut aussi parler de la compétition entre 2 espèces de crustacés par exemple :



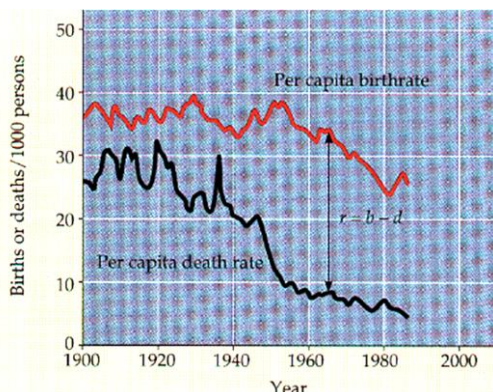
Les courbes de survies :



Dans la pop humaine : modification extrêmement importante des courbes démographiques importante : gros problème culturel logistique,.... Papy-boom. Quand on étudie l'évolution de l'espérance de vie :



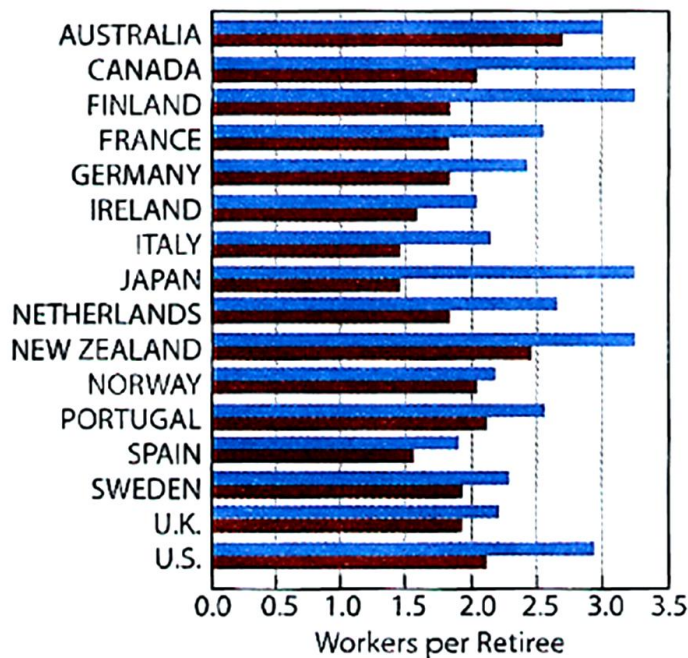
En 1989 : le mur de Berlin tombe : les pays de l'est voient leur espérance vie \nearrow : donc l'économie et l'ouverture mondiale permet une \nearrow de la croissance démographique. Il y a émergence d'une nouvelle catégorie de citoyen : les octogénaires...



Notre société ne peut plus exister ainsi : les personnes âgées coutent beaucoup plus à la société : le système actuel ne peut plus supporter cette évolution.

fewer people to bear the load

1990 vs. 2020



Le nombre de personne qui travaille pour le nombre de personne pensionné. Au japon, en 1990 : 1 personne et demi travaillait par personne pensionné. Actuellement une personne travaille pour 3 personnes.

On pense qu'il y a un K pour l'humanité. On doit être responsable par rapport à cela.

C'est une réflexion socio-économique, philosophique

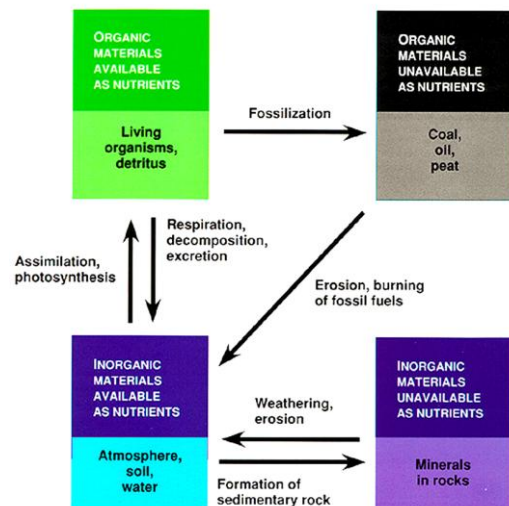
Nature recycles. The atoms within organisms (C, H, O, N, S, Fe, traces of other metals) came from inorganic, nonliving matter. The same atoms will exit living organisms as inorganic matter, thus completing a cycle. Microorganisms are crucial to this recycling.

A balance must be achieved if the nature of the planet, and of life as we now it, are to continue. An imbalance in a biogeochemical cycle would have dramatic consequences on a global scale. For instance, the advent of cyanobacteria made the atmosphere oxygenic and greatly affected the biology of this planet. This was a truly historical event.

Microorganisms are intimately involved in the recycling of biological matter. Some materials that higher organisms depend on would not exist without microorganisms. For instance, molecular nitrogen is converted to ammonia only by certain species of bacteria. As a result, all the nitrogen atoms found in all living things started out in bacteria. Equally important, without microorganisms to recycle their wastes, "higher" organisms would be killed.

Reservoirs : Reservoirs are sources of atoms. Not all reservoirs can be tapped by biological organisms - some forms of atoms cannot be utilized by incorporation into organic molecules. In addition, materials that can be recycled do not necessarily make up the largest reservoir available. For instance, although the largest carbon

A general model of nutrient cycling

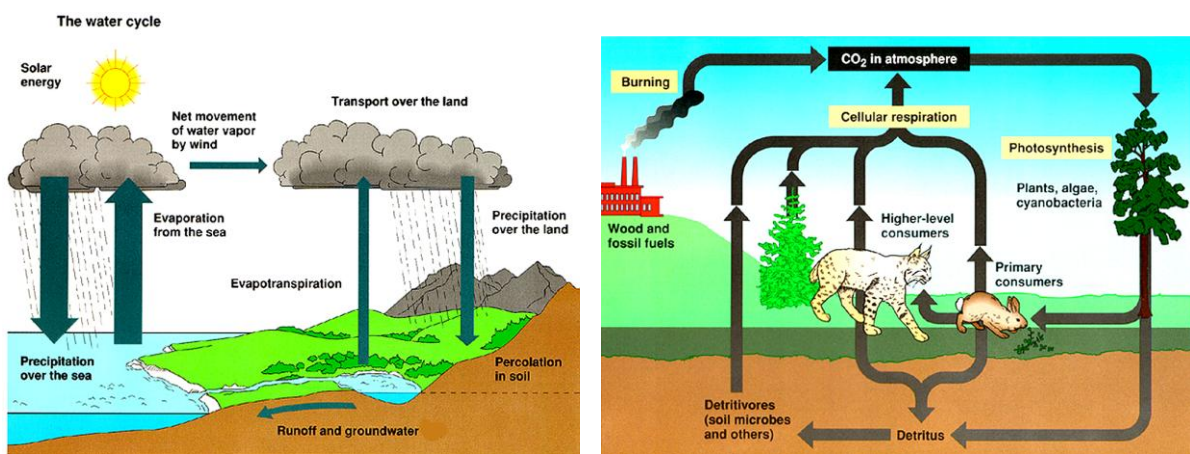


reservoir is within rocks in the Earth's crust, this source is biologically useless since organisms do not perform reactions capable of utilizing it.

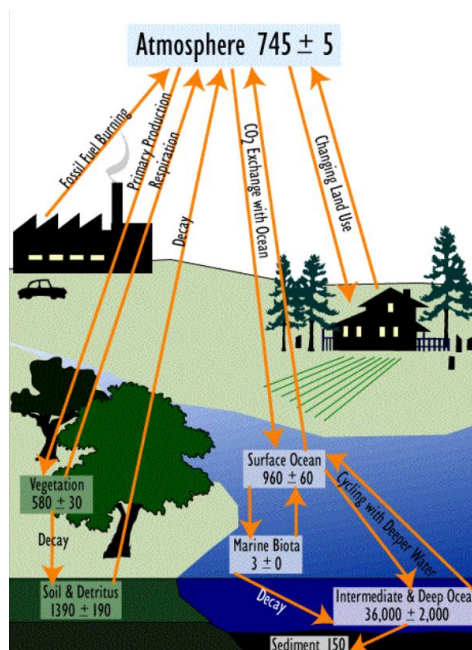
Types of Reactions: The reactions that organisms perform to interconvert inorganic and organic molecules invariably involve oxidation-reduction, i.e. "redox", chemistry: a. Synthesis of more complicated molecules usually involves fixation and/or reduction. This requires an electron donor and an energy source.

b. Degradation of molecules usually involves their oxidation (equivalent to burning) to obtain the energy that they contain. This requires an electron acceptor, the most efficient of which is molecular oxygen.

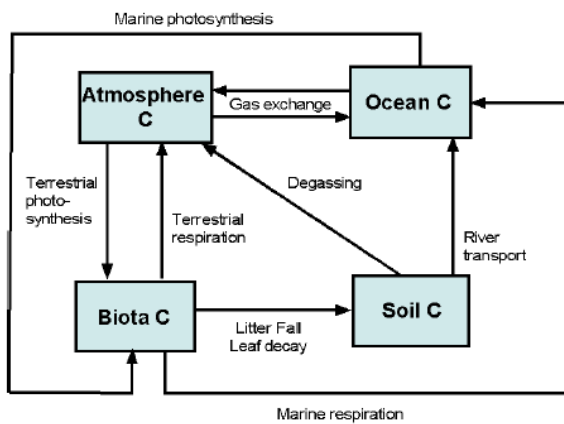
Sources and Sinks of Electrons : Organisms adapt to use the best electron sources (donors) or sinks (acceptors) available. When the "favorite" is used up, gene expression is altered to permit the use of the next best source or sink. This situation is analogous to carbon utilization wherein glucose is favored but other sugars can be utilized when glucose is lacking.



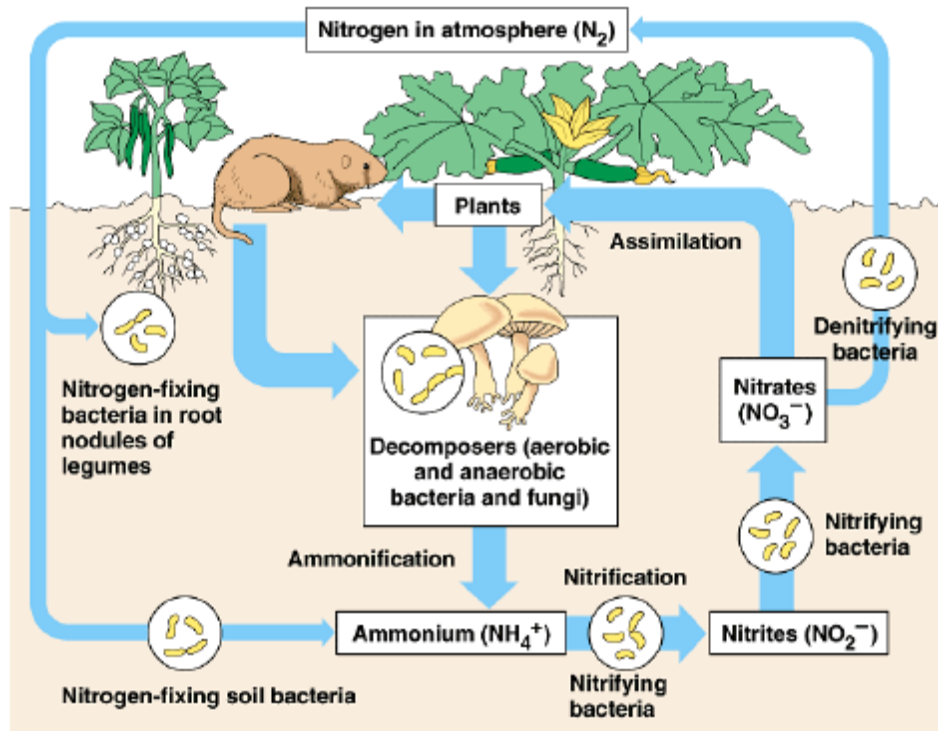
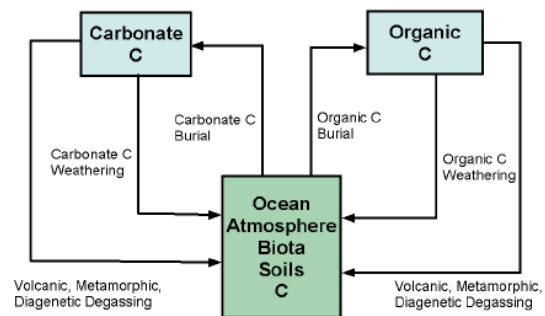
Most of the carbon within organisms comes from the carbon dioxide (CO_2) in the air. The atmosphere is 0.03 mol % in CO_2 . However, the greatest physical reservoir of carbon is not atmospheric carbon dioxide but instead is located in the Earth's crust and is not easily accessible to biological organisms. There are essentially four reactions involving the carbon cycle that must balance in nature. These are the uptake and evolution of carbon dioxide (CO_2) and the uptake and evolution of methane (CH_4).



Short term Carbon Cycle



Long-term Carbon Cycle



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

OZONE IN EARTH'S ATMOSPHERE

Ozone is a relatively unstable molecule found in Earth's atmosphere. Most ozone is concentrated below a 30-mile (48-km) height. An ozone molecule is made up of three atoms of oxygen. Although it represents only a tiny fraction of the atmosphere, ozone is crucial for life on Earth. Depending on where ozone resides, it can protect or harm life on Earth. High in the atmosphere—about 15 miles (24 km) up—ozone acts as a shield to protect Earth's surface from the sun's harmful ultraviolet radiation. Without this shield, we would be more susceptible to skin cancer, cataracts, and impaired immune systems. Closer to Earth, in the air we breathe, ozone is a harmful pollutant that causes damage to lung tissue and plants. The amounts of "good" and "bad" ozone in the atmosphere depend on a balance between processes that create ozone and those that destroy it. An upset in the ozone balance can have serious consequences for life on Earth. Scientists are finding evidence that changes are occurring in ozone levels—the "bad" ozone is increasing in the air we breathe, and the "good" ozone is decreasing in our protective ozone shield.

